

# 某轮主机缸套裂纹故障分析与排除

彭 陈

(江苏海事职业技术学院 轮机工程学院, 江苏 南京 211170)

**摘 要:**文章阐述了一例船舶主机缸套裂纹故障现象,从多个角度分析了故障原因,提出了产生裂纹的主要因素为局部热疲劳与管理人员操作不当,进而提出避免裂纹产生的管理要点,以确保船舶航行安全。

**关键词:**主机缸套;裂纹;分析;船岸管理

**中图分类号:**U676.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-9891(2016)03-0039-03

## 0 引言

船舶柴油机在船舶航行过程中处于高负荷状态。在此情况下,主机缸套作为船舶柴油机燃烧室的重要部件也需要承受较大的负荷。由于机械负荷、热负荷、冷却不佳、备件质量差等原因,主机缸套裂纹时有发生,这不仅影响到柴油机的工作效率,还影响了船舶安全,造成船期延迟,增加了备件费用,给船舶、船东公司和管理公司造成很大损失。笔者以自身在船工作实践为基础,就某船舶缸套裂纹故障进行实例分析,提出解决办法以及相关注意事项,为船舶操作人员提供参考。<sup>[1]</sup>

## 1 故障现象

某轮为韩国现代船厂2007年造18万吨级散装船,主机型号为HYUNDAI-MAN B&W 6S70MC。笔者在该轮任职期间,该轮NO.5、NO.3等两个气缸接连出现缸套裂纹故障,且裂纹形状与位置基本相似。

该轮在下水后第三个月NO.5缸出现裂纹,主机淡水压力与正常相比有较大波动。膨胀水箱有水蒸气冒出,水箱水位下降比平时明显,每小时补水100-160ml;NO.5缸排气温度比平均值低27℃,扫气温度比平常低6℃,淡水温度比平均值低4℃;扫气箱放残检查阀有水流出,扫气箱放残柜高位报警时间比以前短;主机转速HALF(半速)时,NO.5缸排气温度逐渐下降,开启示功阀有大量水雾吹出。轮机员立即通知轮机长,并与驾驶室联系停车,检查NO.5缸后部时,发现有大量水从缸套顶部流出,水被气流吹成水雾;待主机完全停下,经吊缸检查,发现冷却水套有一道自上而下长约10mm的贯穿裂纹,进一步检查发现,NO.5缸缸套凸肩处缸套上沿有约50mm的裂纹,裂纹自缸沿直角处开始向纵深方向发展。

该轮时隔6个月后NO.3缸出现裂纹,此时主机淡水压力、膨胀水箱水位、扫气箱放残检查阀、扫气箱放残柜高位报警时间与上述NO.5缸发生裂纹时情况相同。略有不同的是,NO.3缸排气温度正常,扫气温度比其他缸低3-4℃,NO.3缸淡水温度比其他缸高2-3℃;主机转速HALF(半速)时,NO.3缸不能发火,开启示功阀时有大量水雾吹出,膨胀水箱泄露严重,来不及补水。

## 2 故障原因分析

通过检查发生裂纹的缸套,发现裂纹缸套内壁无烧蚀现象,活塞与缸套之间配合、润滑良好,磨损率正常,基本可以排除烧蚀与润滑不良导致裂纹。缸套裂纹都发生在缸套上端凸缘处,离喷油器较近,不利于冷却,基本可以判定由于缸套负荷过大原因所致。此船近两年已经以90r/min的转速运行,功率只有额定功率

收稿日期:2015-12-20

基金项目:江苏省航海学会科研项目“江苏沿海商船与渔船避碰决策研究与实践”(项目编号:2015B09)。

作者简介:彭陈(1983—),男,黑龙江绥化人,江苏海事职业技术学院轮机工程学院讲师,硕士。

的70%左右,缸套的机械负荷也大大降低,可以排除裂纹是机械负荷过大导致。

根据裂纹位置位于不利于冷却的凸肩处和高温的喷油器附近,结合上述分析,可以判定是热负荷过高导致。热负荷过高主要原因是缸套温度高,冷却效果不佳。

(1)温度过高。经过检查发现,缸套进气道脏堵,增压器涡轮处积碳较多,喷嘴罩烧蚀,转子烧蚀比较严重,增压器效率大大降低。<sup>[2]</sup>增压器效率降低会导致扫气压力降低,燃油不完全燃烧,后燃期变长,排烟温度随之升高。燃油的不完全燃烧又使增压器污染,进一步降低了增压器的效率,船舶降负荷运行,缸套的温度不降反升。

(2)冷却效果不佳。为了调节主机冷却水的流速和流量,每个缸淡水冷却排气阀后进回水总管前面安装一节流孔板,其直径为25mm,回水总管进主淡水泵前也安装一节流孔板,其直径为125mm。检查发现,冷却淡水回水总管进主淡水泵的节流孔板的开度大约为整个开度的1/4,正常要达到整个开度的2/5,充分表明流道变窄,导致冷却水流量不足,换热效果差,不能带走缸套的热量,并且进主机的冷却淡水温度低于规定值,进出主机水温差偏大,说明冷却水流量不足。<sup>[3]</sup>同时发现缸套外壁有较厚的水垢,说明冷却水水质不佳,冷却淡水投药处理不及时。冷却水水质不佳,水道会结垢,导致换热变差,同时水垢会增加水流动阻力。

主机冷却水流量如果过小,换热系数低,带不走缸套热量,缸套温度升高,缸套热应力变大,引起缸套裂纹;反之,如果水流过大,缸套的内外温差也变大,缸套的热应力也会变大,也会引起缸套裂纹。

(3)油头安装错误。通过检查油头发现,船员在安装油头时错误增加了一个铜垫片。由于加了垫片,导致油头位置提高,燃油喷溅到缸壁与缸盖上,进而导致局部过热。船上人员分别做了油头雾化实验,并进行了比对,发现NO.5和NO.3两个缸的油头喷射角度一样,油滴和油雾飞溅到缸壁与缸盖上的位置基本相同。<sup>[4]</sup>常规情况下,油嘴喷射的燃油会受到气缸内压缩空气的阻力与扰动作用,不会喷射到缸壁与缸套上,但是在发生不正常的喷射时就会发生上述情况,这与油头本身以及油头的安装状况有关。简而言之,油头安装错误,引起喷射不正常,导致缸套局部过热,缸套热应力过大,引起缸套裂纹。

(4)气缸油调整不当。该船由于气缸油调整不当,NO.5缸磨损过度,主要是该缸的缸套与活塞环磨损严重,不到一个月的时间,活塞环就被磨损了1.5mm,为后期的安全管理带来了隐患。气缸油量过大与过小都不利于主机缸套的润滑,过大会导致活塞积碳过多,过小则活塞与缸套润滑不良导致缸套裂纹。

### 3 故障排除措施

(1)改善燃烧,降低缸套温度。通过修理主机增压器,更换新的转子与喷嘴环罩。检修后,主机仍然以90r/min运转,增压器的转速提高近200r/min,扫气压力提高近0.001Mpa,缸套的热负荷明显降低。<sup>[5]</sup>

(2)加强淡水冷却,改善冷却水质。换用同口径的蝶阀,代替主机冷却淡水回水进主淡水泵的节流孔板,调节蝶阀的开度,使冷却淡水的进机温度以及冷却水进机温差达到规定要求,清除缸套外壁、气缸体内壁、缸套水腔的水垢,重新安装之后,注入符合要求的冷却水。<sup>[6]</sup>

(3)调整油头安装,合理调整汽缸油。拆除上次安装油头时外加垫片,正确安装油头(上面是松弛位销子,下面是压紧位销子),并进行油头雾化实验。<sup>[7]</sup>测量主机功率,核定气缸油消耗率,调整气缸油到最佳值。在进行上述调整同时,停车更换了NO.3与NO.5缸套,主机恢复了正常。

### 4 缸套维护管理经验

(1)严格控制水温变化。维修主机后及时暖缸,淡水温度最好60℃以上,航行中各缸冷却水出口温度不要超过90℃,进出口温差控制在3~5℃范围;冷却水温度变化幅度过大以及水温太低,都会增加缸套的热应力,水温过低也会加剧低温腐蚀。<sup>[8]</sup>处在冷车状态的主机暖缸速率要控制在冷却水排量的10%以内。在时间允许情况下,暖缸时间尽量延长,使暖缸温度接近正常值,最好使暖缸温度达到50℃以上再启动主机。这是因为50℃水温可以抑制高温腐蚀,可减小缸套表面的腐蚀磨损与热应力。<sup>[9]</sup>

(2)定期化验冷却水,及时按照规定投药。定期检查疏通冷却水系统,检查冷却水总管尽头处盲板法兰,及时清除泥渣。严格控制冷却水的各项指标,如冷却水处理不当,会导致局部结垢、腐蚀,也会造成局部过热。

(3)定期检查扫气口,及时清洁扫气通道。避免燃烧物被空气吹到缸壁上,造成异常磨损,检查活塞环以

及环槽情况,发现断裂,及时更换。控制扫气温度,定期清洗废气涡轮、压气机、空气滤器,扫气箱定期放残。

(4)定期吊缸,发现问题及时更换。保持活塞环良好状态,确保气缸良好的密封性,也是防止缸套裂纹的重要举措。吊缸和更换缸套后,对主机进行磨合,按照说明书要求进行磨合和注入气缸油,加大气缸油要单缸调节,减少气缸油,不能一次减到位。

(5)保证主机换气系统与燃油喷射系统工作正常。保证喷油器的良好雾化质量、减小油头保养间隔期,每次低速运行或者长航线之后检修油头,尽量提高燃油的进机温度,合适情况下拆下加热器,进行化学清洗,并提高分油机的分离温度。航行中需定期对废气涡轮增压器吹灰,加强主机空冷器的清洗,定期冲洗透平,确保换气通道的畅通。

(6)定期检修高压油泵,检查主机 VIT 结构。主机长时间爆发压力过高,缸套会因为热应力过大而使缸套产生裂纹。为避免这种情况,主机 VIT 手柄在机动航行时置于“0”位,正常航行时置于“2”位,主要是为了机动航行时用轻油,主机启动不“粗暴”,防止爆发压力过高。<sup>[10]</sup>

(7)正确控制主机,避免主机超负荷。船舶在大风浪、狭窄水道等外界负荷变化较大的情况下航行时,轮机员应根据当时情况及时调整主机油门,避免主机机械负荷和热负荷过大。

## 5 结束语

从上述分析可知,造成此次缸套裂纹故障的主要原因是缸套温度过高,冷却不佳,一级油头安装错误。为避免裂纹的产生,除加强产品生产质量外,船舶管理人员要提高管理标准,发现异常及时分析、处理、跟踪;轮机管理人员应多关注开航前检修过的项目,确保主机各参数处于正常范围,严格按照操作程序办事,提前预防,避免缸套裂纹的产生。

## 参考文献:

- [1]满一新.船机维修技术[M].大连:大连海事大学出版社,2006.
- [2]黄少竹.船舶柴油机[M].大连:大连海事大学出版社,2006.
- [3]杨极,杨贵恒,张寿珍.内燃机气缸套异常磨损机理及其预防对策研究[J].内燃机,2007(2):15-18.
- [4]刘宝.关于 SULZER 主机缸套裂纹问题[J].天津航海,2006(4):21-23.
- [5]宫子武.船舶柴油机气缸套凸肩裂纹原因分析[J].船海工程,2007(1):70-72.
- [6]李玉根.B&W 长冲程柴油主机缸套裂纹与预防[J].航海技术,2011(3):7-49.
- [7]陈学宁.B&W 5L35MC 气缸盖裂纹原因及修复[J].天津航海,2005(6):56-57.
- [8]赵仲远.MANK6SZ70/150C 型柴油机气缸套损坏原因分析及管理要点[J].天津航海,2007(3):30-31.
- [9]邓忠起.船舶柴油机气缸盖裂纹产生的原因、修复及预防[J].舰艇,2007(4):22-25.
- [10]王明章.低速船用柴油机气缸套不正常磨损原因分析及改进[J].中国修船,2008(1):28-29.

# Analysis and Clearance of Cylinder Liner Crack Failure of the Main Engine on a Certain Ship

PENG Chen

(School of Marine Engineering, Jiangsu Maritime Institute, Nanjing 211170, China)

**Abstract :** Based on a study of the cylinder liner crack failure of the main engine on a certain ship, this article analyzes the reasons from different angles and comes to the conclusion that the main factors are local thermal fatigue and operation errors. In addition, it puts forward the key points to avoid crack failure, which is expected to ensure the safety of navigation.

**Key words :** Main engine cylinder liner; Crack; Analysis; Ship-shore management